

Kartendarstellungen mit matplotlib Toolkit basemap

Simon von Hall

12. November 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation	3
2	Kartendarstellungen	3
2.1	Azimuthale äquidistante Projektion	3
2.2	Gnomonische Projektion	4
2.3	Orthographic Projektion	4
2.4	Geostationary Projektion	4
2.5	Near-Sided perspektivische Projektion	4
2.6	Mollweide Projektion	4
2.7	Hammer Projektion	4
2.8	Robinson Projektion	4
2.9	Eckert 4 Projektion	5
2.10	Kavrayskiy 7 Projektion	5
2.11	McBryde-Thomas Projektion	5
2.12	Sinusoidale Projektion	5
2.13	Äquidistante Zylinder Projektion	6
2.14	Cassini Projektion	7
2.15	Mercator Projektion	7
2.16	Transverse Mercator Projektion	7
2.17	Oblique Mercator Projektion	7
2.18	Polyconic Projektion	7
2.19	Miller Cylindrical Projektion	7
2.20	Gall Stereographic Projektion	7
2.21	Cylindrial Equal-Area Projektion	7
2.22	Lambert Conformal Projektion	7
2.23	Lambert Azimuthal Equal Area Projektion	7
2.24	Stereographic Projektion	7
2.25	Equidistant Conic Projektion	7
2.26	Albers Equal Area Projektion	7
2.27	Polar Stereographic Projektion	7
2.28	Polar Lambert Azimuthal Projektion	7
2.29	Polar Azimuthal Equidistant Projektion	7
2.30	van der Grinten Projektion	7
3	Basemap	8
3.1	Einführung	8
3.2	Dependencies	8

1 Motivation

2 Kartendarstellungen

2.1 Azimuthale äquidistante Projektion

Bei dieser Projektion ist die kürzeste Entfernung vom Mittelpunkt der Karte zu einem beliebigen Anderen Punkt eine gerade Linie. Das bedeutet das alle Punkte die in auf einem Kreis um den Kartenmittelpunkt liegen, äquidistant sind. Nachteil:

Die Gebiete die auf der anderen Seite der Welt liegen werden sehr verzerrt dargestellt. Daher ist diese Projektion für Weltkarten eher ungeeignet.

2.2 Gnomonische Projektion

In der gnomonischen Projektion werden alle Längskreise als gerade Linien dargestellt. Das Besondere der gnomonischen Projektion ist, dass der Projektionspunkt im Mittelpunkt der Erde liegt. Da hier von Innen nach Außen projiziert wird, nimmt die Verzerrung mit der Entfernung vom Kartenmittelpunkt zu. Die gnomonische Projektion ist keine globale Projektion.

2.3 Orthographische Projektion

Bei der orthographischen Projektion wird die Erde aus einer unendlichen Entfernung abgebildet. Die Verzerrung ist an den Grenzen nicht übermäßig stark. Die orthographische Projektion ist keine globale Projektion. Durch die große Entfernung wirkt die Projektion dreidimensional.

2.4 Geostationary Projection

In der geostationären Projektion wird die Erde aus der Perspektive eines geostationären Satelliten. Vorteil:

- Wenn die Position des Satelliten bekannt ist, kann man dessen Bilder als Hintergrund verwenden (siehe ??)

Nachteil:

- Die andere Seite der Erde wird nicht dargestellt.
- Entfernungen zwischen 2 Punkten werden auf Kreisbögen gemessen.

2.5 Near-Sided perspektivische Projektion

Die Near Sided Perspective zeigt die Erde aus der Sicht eines Satelliten. Also ist es im Prinzip das selbe wie die geostationäre Projektion.

2.6 Mollweide Projection

Bei der Mollweiden Projektion wird die Erde als Oval dargestellt. Die Mollweiden Projektion ist flächentreu. Der Äquator und der Nullmeridian werden bei der Mollweiden Projektion maßstabsgetreu wieder gegeben. Breitenkreise werden bei der Mollweiden Projektion als Geraden dargestellt. Die Längskreise sind als Ellipsen dargestellt.

2.7 Hammer Projektion

Die Hammer Projektion ist wie die Mollweiden Projektion eine flächentreue Projektion. Bei der Hammer Projektion wird die Erde ebenfalls als Oval dargestellt. Allerdings werden die Breitenkreise im Gegensatz zur Mollweiden Projektion als Ellipsen dargestellt, dadurch ist die Verzerrung an den Rändern nicht so stark. Nachteil bei dieser Art der Darstellung ist, dass die Erde an den Polen gestaucht wird.

2.8 Robinson Projektion

Die Robinson Projektion ist eine globale Projektion. Die Erde wird hier annähernd Oval dargestellt. Die Pole werden allerdings in dieser Darstellung nicht abgedeckt. Breitenkreise werden in der Robinson Projektion als Geraden dargestellt. Bei dieser Darstellung wurden die Verzerrungen reduziert. Nachteil der Robinson Projektion ist das die Pole nicht erfasst werden.

2.9 Eckert 4 Projektion

Die Eckert 4 Projektion ist sehr ähnlich wie die Robinson Projektion, allerdings ist Sie flächentreu. Deshalb ist die Darstellung an den Polen gestaucht. Die Erde wird wie auf einem Reifen dargestellt. Die Seitenränder sind in dieser Projektion Halbkreise.

Formel:

$$\mathcal{X} = \frac{2}{\sqrt{4\pi + \pi^2}} \mathcal{R}(\lambda - \lambda_0^1)(1 + \cos \theta) \quad (1)$$

$$\mathcal{Y} = 2\sqrt{\frac{\pi}{4 + \pi}} \mathcal{R} \sin \theta \quad (2)$$

$$\theta + \sin \theta \cos \theta + 2 \sin \theta = \left(2 + \frac{\pi}{2}\right) \sin \varphi \quad (3)$$

2.10 Kavrayskiy 7 Projektion

Die Kavrayskiy 7 Projektion ist der Robinson Projektion sehr ähnlich. Sie stellt die Erde wieder annähernd oval dar. Die Breitenkreise werden in dieser Projektion als Geraden dargestellt. Diese Projektion stellt einen Kompromiss zwischen winkeltreuen und flächentreuen Projektionen dar. Die Pole sind in dieser Darstellung sehr breit gezogen.

Formel:

$$\mathcal{X} = \frac{3\lambda}{2\pi\sqrt{\frac{\pi^2}{3} - \varphi^2}} \quad (4)$$

$$\mathcal{Y} = \varphi \quad (5)$$

2.11 McBryde-Thomas Projektion

Diese Projektion ist eine flächentreue Darstellung der Erde. Die Breitenkreise werden als Geraden dargestellt. Die Längengrade werden als Bögen dargestellt. Dabei haben die Längengrade, auf einem Breitenkreis, immer den gleichen Abstand zueinander. Die Breitenkreise hingegen stehen immer näher je näher man den Polen kommt. Die Pole sind auf ein Drittel des Äquators gestreckt. Der Nullmeridian ist in dieser Projektion 0,45 mal so lang wie der Äquator.

2.12 Sinusoidale Projektion

Die sinusoidale Projektion ist eine flächentreue Projektion. Auch in dieser Projektion werden die Breitenkreise als Geraden dargestellt. Das besondere an der sinusoidalen Projektion ist das die Länge der Breitenkreise relational zu $\cos \varphi$ ist, dies führt zu einer starken Verzerrung außerhalb der Mitte.

Vorteil der sinusoidalen Projektion:

- Die Projektion ist einfach zu berechnen.

Nachteil der sinusoidalen Projektion:

- Die Projektion ist nicht sehr anschaulich.

Formel:

$$\mathcal{X} = \mathcal{R} \cdot (\lambda - \lambda_l) \cdot \cos \varphi \quad (6)$$

$$\mathcal{Y} = \mathcal{R} \cdot \varphi \quad (7)$$

2.13 Äquidistante Zylinder Projektion

Die äquidistante Zylinder Projektion ist die einfachste Projektion. Sie stellt die Erde einfach in Längen- und Breitengrad dar. Dabei entsteht ein gleichmäßiges Gitterraster. Die Projektion ist weder winkel- noch flächentreu, das heißt, dass die Verzerrung mit der Entfernung vom Mittelpunkt der Karte zunimmt.

Vorteil der äquidistanten Zylinder Projektion:

- Die Projektion ist sehr einfach zu berechnen.

Nachteil der äquidistanten Zylinder Projektion:

- Die Verzerrungen wirken sowohl auf die Fläche als auch auf die Abstände aus.

Formel:

$$\mathcal{X} = \lambda \quad (8)$$

$$\mathcal{Y} = \varphi \quad (9)$$

- 2.14 Cassini Projection
- 2.15 Mercator Projection
- 2.16 Transverse Mercator Projection
- 2.17 Oblique Mercator Projection
- 2.18 Polyconic Projection
- 2.19 Miller Cylindrical Projection
- 2.20 Gall Stereographic Projection
- 2.21 Cylindrial Equal-Area Projection
- 2.22 Lambert Conformal Projection
- 2.23 Lambert Azimuthal Equal Area Projection
- 2.24 Stereographic Projection
- 2.25 Equidistant Conic Projection
- 2.26 Albers Equal Area Projection
- 2.27 Polar Stereographic Projection
- 2.28 Polar Lambert Azimuthal Projection
- 2.29 Polar Azimuthal Equidistant Projection
- 2.30 van der Grinten Projection

3 Basemap

3.1 Einführung

Das Toolkit Basemap ist ein Pythonmodul zur bearbeitung von Karten. Es bietet viele verschiedene Arten Karten in 2D darzustellen (siehe Projektionen ??) Es ermöglicht einem auch das Ploten auf den Karten. Hierbei kann man, dann auch Längen- und Breitengrad als Positionsangabe nutzen. Das Basemap Toolkit wandelt die Koordinaten dann mit der PROJ4 Library in die entsprechenden 2D Koordinaten um.

3.2 Abhängigkeiten von basemap

Das Toolkit setzt folgende Voraussetzungen:

- Python
- Numpy
- Matplotlib
- GEOSlib (ist im Projekt enthalten)
- PROJ4 (ist im Projekt enthalten)
- dateutil
- pyparsing
- six
- libpng
- PIL (ist optional)
PIL wird nur gebraucht um auf mehr Bildformate zugreifen zu können.

Literatur

<http://matplotlib.org/basemap> Basemap Dokumentation.

Nomenklatur

\mathcal{R}

Der Radius der Erde.

φ

Der Breitengrad der Polarkoordinate.

λ

Der Längengrad der Polarkoordinate.

\mathcal{X}

Die X Koordinate der 2D Projektion.

\mathcal{Y}

Die Y Koordinate der 2D Projektion.

Glossar

Flächentreu

Flächentreu heißt, dass der Maßstab mit dem Flächen verkleinert werden auf der gesamten Karte gleich ist. Dies führt an den Rändern zu Verzerrungen.